

ОПИТ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СЕЗОННИТЕ ОТТОЧНИ КОЕФИЦИЕНТИ НА РЕКИТЕ В БЪЛГАРИЯ*

М. Йорданова Ст. Велев

Изучаването на величината и териториалните изменения на отточния коефициент през различните сезони на хидроложката година има определено научно и практическо-приложно значение. Коефициентът на оттока характеризира условията за оттичане на валежните води в речните басейни. Основно значение за формирането на оттока имат количеството и видът на валежите. Свойствата на подстилащата повърхнина видоизменят процесите на разпределяне на валежните води в повърхностен и подземен отток. В различните части на страната в течение на годината видът и количеството на валежите са различни. Това внася различия и в количеството и режима на оттока. Определянето на отточните коефициенти по хидроложки сезони спомага за разкриването на тези различия.

Разчленяването на хидроложката година на три основни сезона в настоящата разработка се извърши въз основа на работата на Т. Панайотов „Определяне на сезоните в хидроложката година за реките в България“, 1967. При определяне на оптималния брой хидроложки сезони за различните райони на страната той приема критерия

$$\sum(K_m - K_c) = \min,$$

където:

K_m е значението на частните модулни коефициенти от усредненото месечно разпределение на оттока,

K_c — значението на частните модулни коефициенти от сезонното разпределение.

В работата се използват данни за валежите и оттока от 30-годишен период — 1935/36—1964/65 хидроложки години. Валежните данни са взети от 257 дъждомерни станции с пълен период на наблюдения.

*Настоящата работа представлява предварителен опит за определяне на коефициентите на оттока в границите на приетите от Т. Панайотов хидроложки сезони. Използувани са наличните хидрометрични данни за всички реки с най-дълъг период на наблюдения с изключение на реките със силно нарушен естествен режим (напр. Искър-Тунджа). Някои недостатъци в качеството на данните и сравнително малкият брой използвани басейни налагат резултатите да бъдат считани като начален етап в изследването на този важен въпрос.

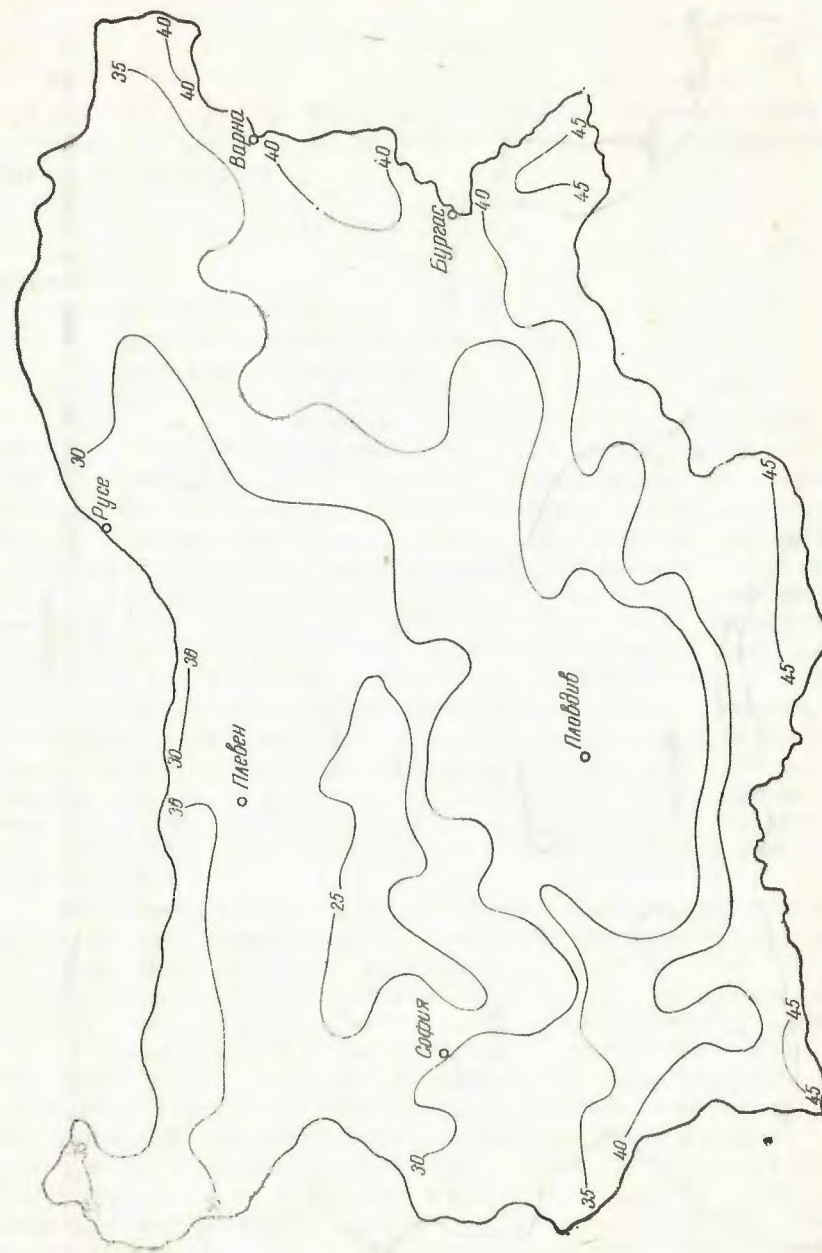
Количеството на оттока за използвания период се характеризира с данни от 36 хидрометрични станции, сравнително равномерно разпределени върху територията на България. Използвани са само станции с редовни фактически наблюдения. Възстановявани хидроложки и климатични редици не са използвани.

За изчисляването на отточните коефициенти се наложи диференцираното разглеждане на валежите в границите на хидроложките сезони. Установява се, че вътрешногодишното разпределение на валежите до голяма степен съвпада с разпределението на оттока. Изчислен беше процентът на валежните сезонни суми от годишната сума за всички станции. Проявиха се характерните зависимости за различните части на страната. Процентът на зимните валежи за цялата страна се движи в границите между 20 и 50 (фиг. 1). Областта с най-изразено континентално климатично влияние (средната част на Дунавската равнина, Западна и Средна Стара планина и високите котловини в най-западната част на преходната област) се характеризира с най-малки зимни валежи — под 30%. Най-южните райони на страната (южните части от поречията на Струма и Места и Западните Родопи, целите Източни Родопи, Сакаро-Дервентските възвишения и Странджа) имат най-големи зимни валежи — повече от 40%. Причината за това се крие в ясно изразеното средиземноморско климатично влияние. Климатичното влияние на Черно море също допринася за увеличаване количеството на зимните валежи по крайбрежието — до над 40%. В останалата по-голяма част от страната (преходната зона) зимният валеж представлява 30—40% от общата годишна сума. Посочените резултати съвпадат с резултатите от прилагането на хармоничния анализ за изследване на вътрешногодишното разпределение на валежите в страната (Ст. Велев и Ст. Кръстев, 1971).

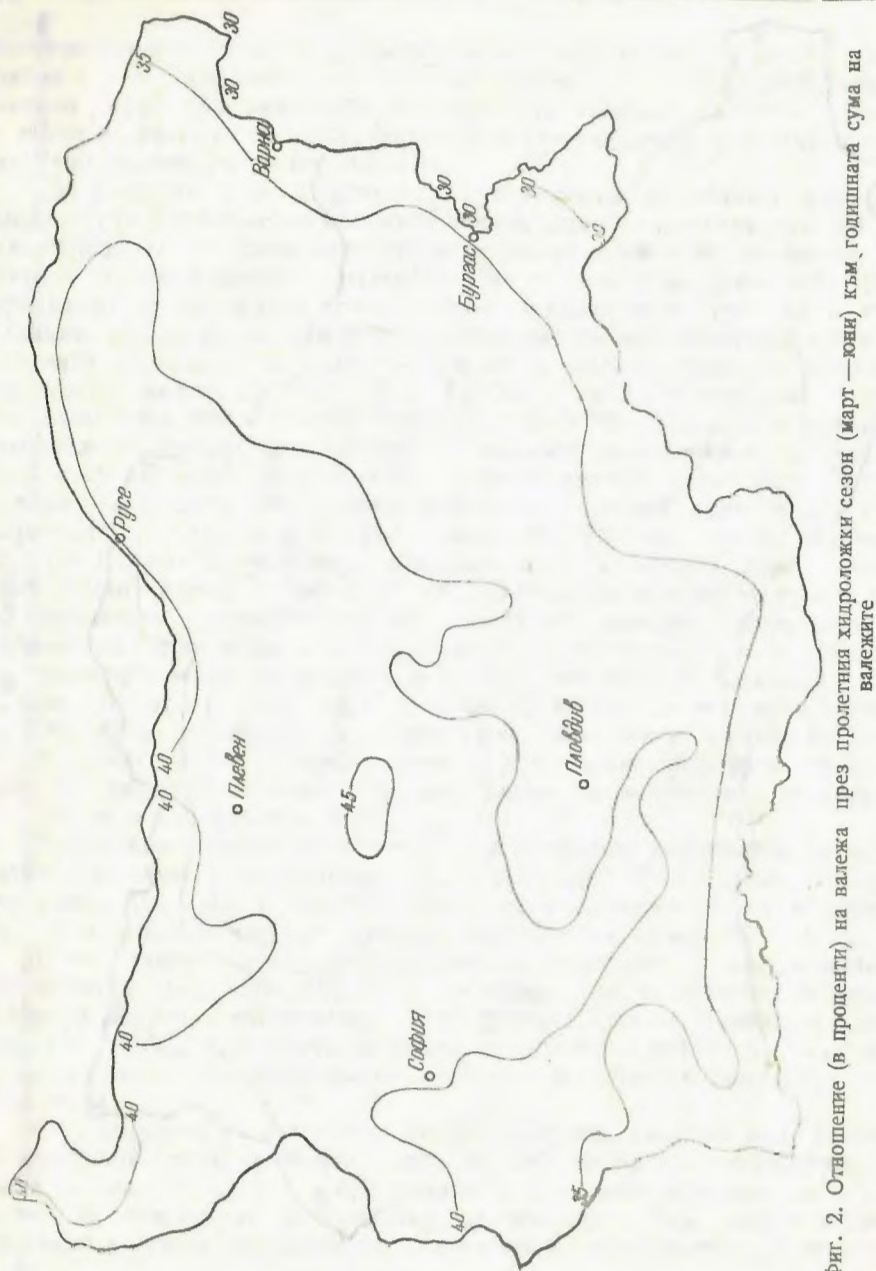
Пролетните валежи в областта с най-изразено континентално климатично влияние са максимални — над 40% (фиг. 2). Под 30% пролетен валеж има само в част от Странджа и прилежащото ѝ крайбрежие. В останалата част от страната валежите са между 30 и 40%.

При летните валежи пространствените различия са съвсем малки. Най-малките стойности (21—23%) са характерни за най-южните крайгранични райони, а най-големите — за средната част на Дунавската равнина (33—35%). Най-северозападните придунавски райони бележат вътрешногодишно разпределение на валежите подобно на това в преходната зона.

Определянето на отточните коефициенти се извърши въз основа на изохийни карти (изохийети през 10 мм), съставени поотделно за трите сезона. За удобство при работата валежните и отточните количества за сезоните и за годината са приведени към среден месец. Средният валеж за басейните беше изчислен по известната формула



фиг. 1. Отношение (в проценти) на валежа през зимния хидроложки сезон (ноември — февруари) към годишната сума на валежите



Фиг. 2. Отношение (в проценти) на валежа през пролетния хидроложки сезон (март — юни) към годишната сума на валежите

$$P_{\text{ср}} = \frac{(p_1 + p_2) \cdot f_1 + (p_2 + p_3) \cdot f_2 + \dots + [(p_{n-1} + p_n) \cdot f_n]}{F}$$

Площите f_1, f_2, f_n между изохиетите се определяха посредством планиметриране по карта с мащаб 1:600 000. Отточният коефициент е изчислен по формулата

$$\alpha = \frac{Q \cdot T \cdot 10^3}{P \cdot F \cdot 10^6}$$

където:

Q — оттокът в м³/сек;

T — броят на секундите в един месец;

P — месечният валеж в мм;

F — площта на водосбора в км².

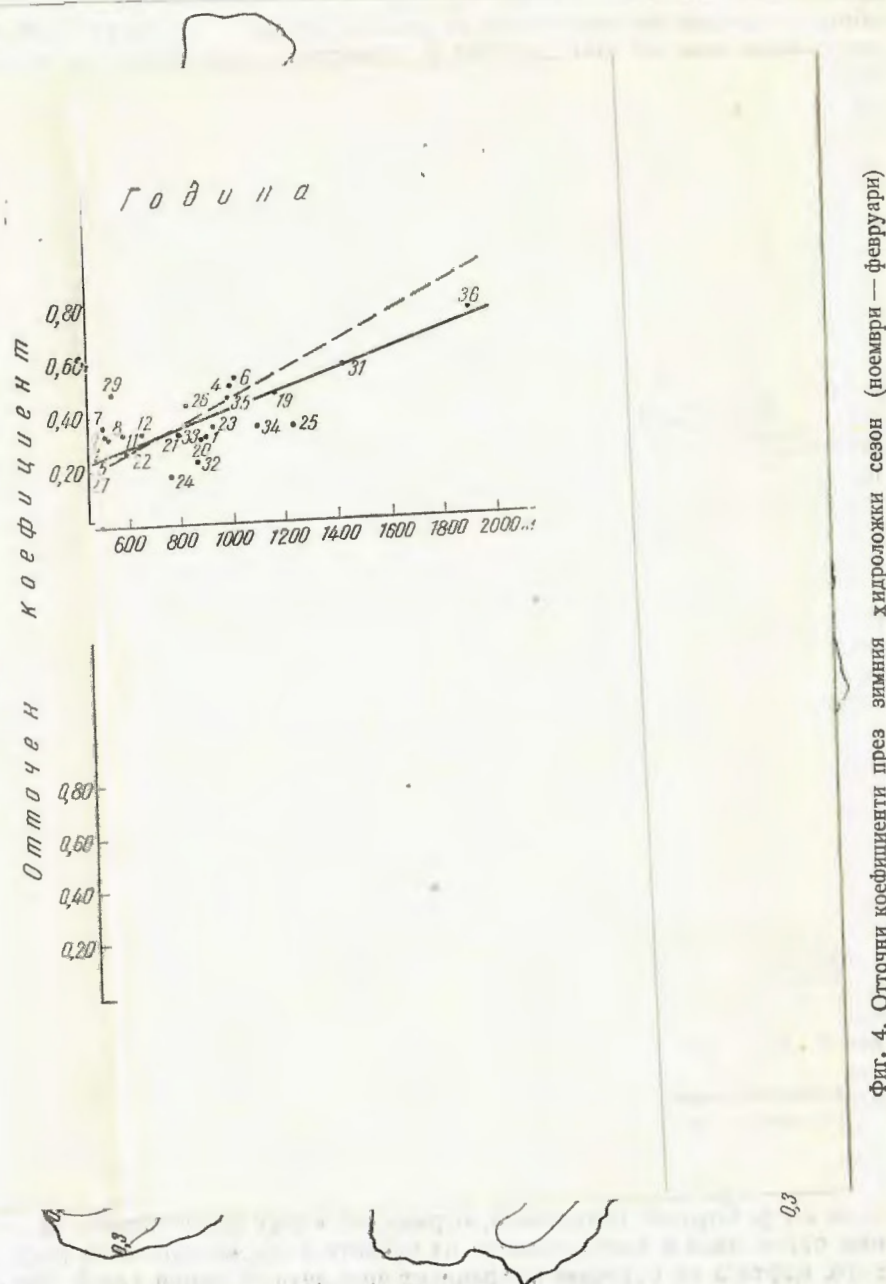
Стойностите на отточните коефициенти през зимата (ноември — февруари) се движат в границите от 0,04 до 0,79 за цялата територия на България (табл. 1). През този период най-нисък е коефициентът на оттока на реките в североизточната част на страната — под 0,10, а най-висок — в областите с най-силно изразено средиземноморско климатично влияние върху речния отток — Източни Родопи и Странджа — над 0,50. Тук решаващо значение имат течните валежи през този сезон. Общо за страната най-високи отточни коефициенти се наблюдават през пролетния сезон, когато водите от снежните запаси участвуват с голям процент в речното подхранване. Това е характерно преди всичко за високопланинските части на речните басейни, където коефициентът на оттока през този сезон надхвърля 1,00. Снегозадържането в тези области е продължително и твърдите зимни валежи увеличават значително обема на пролетните води. Коефициентът на речния отток през лятото е минимален за цялата страна, причината за което са високите летни температури, обуславящи максимално изпарение и филтрация.

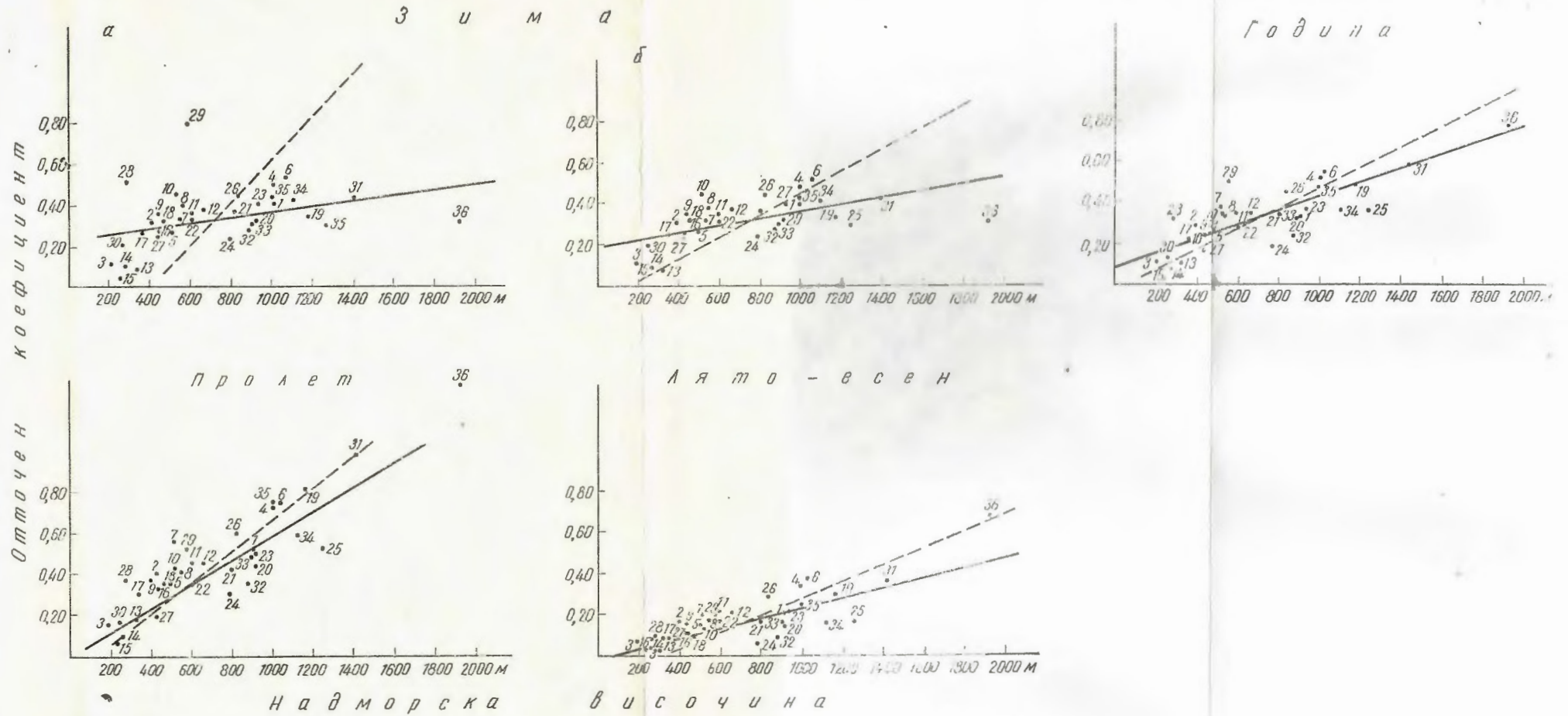
Особеностите в пространственото изменение на годишния и сезонните отточни коефициенти се разкриват посредством зависимостта им от средната надморска височина на водосборите (фиг. 3). Връзката между отточните коефициенти и надморската височина е определена по аналитичен начин. Изчислени са коефициентите на корелация и са съставени уравненията на регресия за трите сезона и общо за годината (вж. табл. 2). За зимата се получи най-нисък корелационен коефициент (+0,36), което произтича от обстоятелството, че през този сезон решаващи са климатичните условия, докато орографският фактор влияе много по-слабо. Направи се опит да се изчисли корелационният коефициент, като се изключат станциите от областта със средиземноморски режим (Върбица, Джебел, и Величка, Харманли). Получи се почти двойно по-голям коефициент, но въпреки това значително по-нисък в сравнение с корелационните коефициенти за останалите сезони и годината. Установените зависимости са използвани при съставянето

на картите на отточния коефициент поотделно за трите хидроложки сезона.

През зимата реките със средиземноморски режим бележат най-бързо увеличение на отточния коефициент с нарастването на средната надморска височина (вж. фиг. 3, номерата на станциите са, както в табл. 1). Голямата овлажненост на територията в тази област, сравнително по-високите температури, слабото изпарение, както и предимно течният вид на валежа благоприятствуват максималното оттичане на валежните води. За величината на коефициента в района на Източните Родопи значителна роля играят и някои особености на подстилащата повърхнина. По-слабата акумулационна способност на скално-почвената основа на речните водосбори тук, слабата залесеност, както и сравнително по-голямата гъстота на талвеговата мрежа (за р. Върбица, сп. Джебел, тя е $2,42 \text{ км/км}^2$) определят изключително високия коефициент на зимния отток, който изразява почти пълното оттичане на валежа. Върху картата на отточния коефициент на този сезон (фиг. 4) максималната стойност, получена посредством интерполиране по съответната районна зависимост, обхваща само най-южните погранични части на Източните Родопи. В цялата останала част от територията на България зависимостта между средната надморска височина и коефициента на зимния отток е обща, като се забелязват малки количествени различия. От общата закономерност за страната с незначително по-ниски стойности на отточния коефициент се отличават някои станции от водосборите на реките Марица и Струма. Това са или най-високите поречия с очевидно снегонатрупване, или пък поречия, които формират оттока си в областта с ясно изразено континентално климатично влияние, където температурата има решаващо значение. Отточният коефициент на тези басейни се колебае в съвсем тесни граници — от 0,23 до 0,34, докато надморската височина се изменя в много по-широк диапазон — от 790 до 1920 м. Общата зависимост за страната се изразява в бързото нарастване на отточния коефициент от около 200 докъм 600 м надморска височина със среден градиент 0,10 на 100 м и съвсем слабото му изменение в зоната над 600 м надморска височина — градиент 0,02 на 100 метра. По-големият коефициент на оттока за високите басейни на север и юг от Старопланинската верига, както и за някои поречия от водосбора на Струма се обяснява с частичното снеготопене през зимата, значение за което има освен експозицията (за южните склонове), също така и по-силно изразеният ефект на фьоновите ветрове северно от Стара планина. Зимните условия на речното оттичане са представени на фиг. 4. Ясно се диференцират областите с типично снежно и дъждовно подхранване. Това са съответно най-високопланинските райони на страната със сравнително нисък отточен коефициент и южните части на Източните Родопи и Странджа.

През пролетта (март — юни) зависимостта между средната надморска височина на водосборите и коефициентите на оттока изразява





Фиг. 3. Зависимости на отточния коефициент от надморската височина
 а— при пълен брой станции; б— без станции 28 и 29

на картите на отточния коефициент поотделно за трите хидроложки сезона.

През бързо ув надморск табл. 1). телно по- ният вид лежните Родопи з повърхни вената с и сравнит бица, сп. кия коефи чане на Е (фиг. 4) и по съотв нични час рията на коефицие чествени но по-нис ции от в соките пс формират тично вл ният кое от 0,23 по-широк ната се и ло 200 д 100 м и височина оттока з га, както частично зицията (на фьонс речното областит ветно н но нисък отточен коефициент и южните части на Източните Родопи и Странджа.

През пролетта (март — юни) зависимостта между средната надморска височина на водосборите и коефициентите на оттока изразява



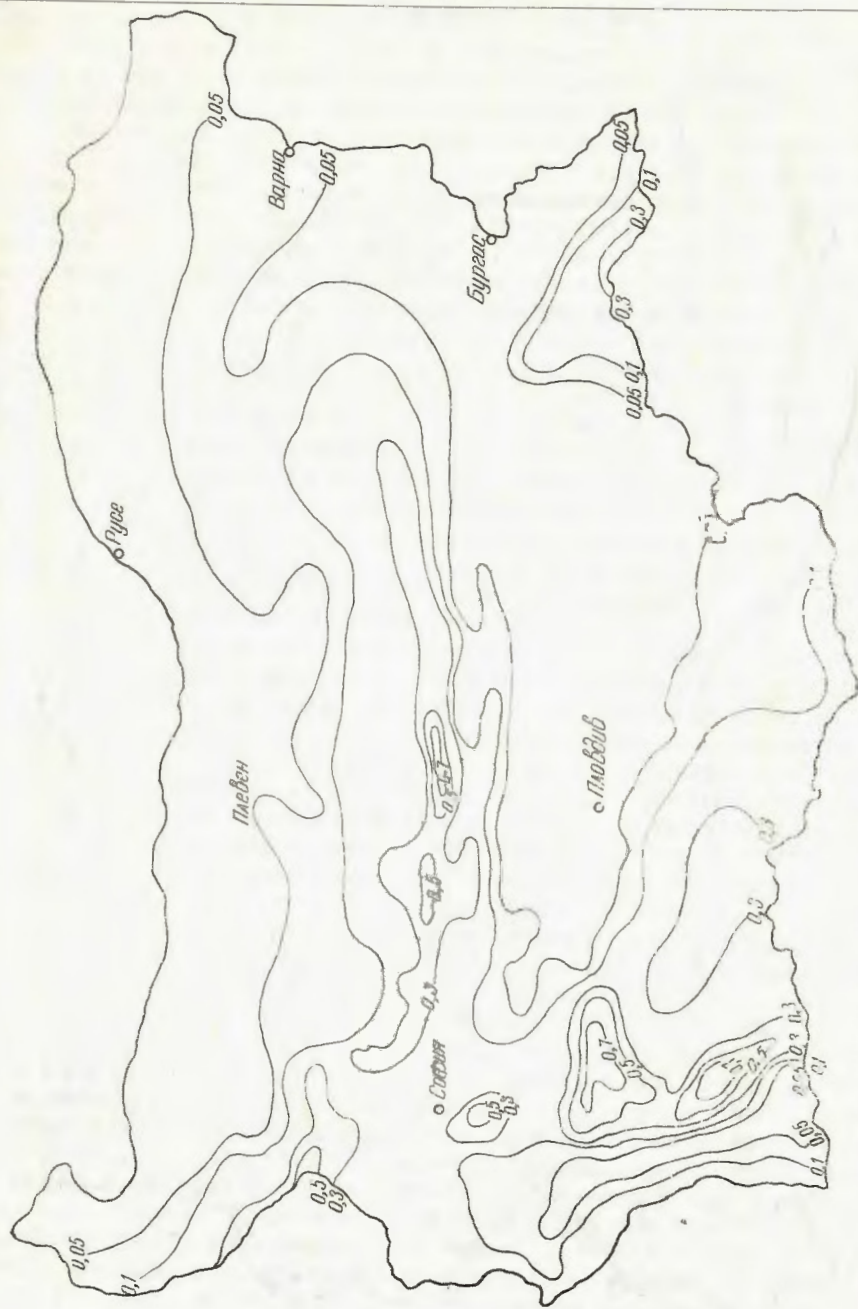
Фиг. 4. Отточни коефициенти през зимния хидроложки сезон (ноември — февруари)

обща тенденция на нарастване за цялата страна с градиент 0,08 във височинния пояс от 200 до 1900 м. Известното намаляване на коефициента на оттока за някои станции от водосборите на Марица и Струма донякъде може да се обясни със значителното изпарение в тези райони от страната, както и с частичното водоземане за напояване. Картата на отточния коефициент през пролетта (фиг. 5) представя нагледно зависимостта му от надморската височина. Над 1500 м отточният коефициент е по-голям от 1,00, като най-висока стойност бележи басейнът на р. Рилска до с. Пастра — 1,32. Тази стойност не отговаря на физическата същност на отточния процес поради обстоятелството, че в естествени условия оттокът се измества по време в резултат на снегонатрупването. Отклонението от приетите гранични стойности на отточния коефициент се дължи на факта, че величините на оттока и на валежите се разглеждат в един и същ отрязък от годината. Най-нисък пролетен коефициент на оттока се наблюдава при някои реки в Дунавската хълмиста равнина и в Горнотракийската низина. Това са преди всичко водосбори с най-малка средна надморска височина в страната (200—400 м). Общо взето, този хидроложки сезон се отличава с най-голям коефициент на корелация между средната надморска височина на речните водосбори и отточния коефициент (вж. табл. 2)

Връзката между отточния коефициент и надморската височина на водосборите в границите на лятно-есенния хидроложки сезон (юли — октомври) е също много добра (вж. табл. 2). Почти всички поречия от басейните на р. Марица и р. Струма и през този период се отличават с по-ниски стойности. Изключение правят само най-високите им части. Зависимостта изразява тенденция на слабо нарастване на отточния коефициент докъм 1400 м надморска височина при градиент 0,03, след което коефициентът на оттока бързо нараства с височина (градиент 0,06). И тук високопланинските райони бележат максимален отток в резултат на продължителното снегозадържане и прехвърляне на валежни води от зимата към лятото. Значение имат и сравнително големите наклони, което благоприятствува бързото оттичане на валежите. Количествените различия в отточния коефициент за водосбори с приблизително еднаква надморска височина и аналогични климатични условия донякъде могат да се свържат и с величината на средния наклон на речните басейни. Басейнът на р. Марица с преобладаващия равнинен характер в средните и долните части на нейните притоци представлява един филтър за валежните води, а едновременно с това и обуславя по-големия интензитет на изпарението. Ето защо почти всички хидрометрични станции във водосбора ѝ с изключение на станция Белово и Стряма — Баня, отчитат най-нисък коефициент на оттока за съответната надморска височина. Подобна е картината и при някои притоци на р. Струма. Естествено, отражение върху коефициента на летния отток дава и използването на речните води за напояване през лятото. Картата на отточния коефициент през лятно-есенния сезон (фиг. 6) представя характерните особености в условията за оттичане на валежи-



фиг. 5. Отточни коефициенти през пролетния хидроложки сезон (март — юни)



Фиг. 6. Отточни коефициенти през лятно-есенния хидроложки сезон (юли — октомври)

ните води в различните части на страната. С най-неблагоприятни отточни условия се открояват равнинните части от територията на България (Дунавската хълмиста равнина, Бургаската низина, Горнотракийската низина с Тунджанската хълмиста област и придолинната част от водосбора на р. Струма. Изолиниите с по-високи стойности очертават съответно високите региони — те просто повтарят релефа. Макар и слабо, увеличението на летния отток под влияние на Черно море се наблюдава в южната част на българското крайбрежие — в обсега на Странджа планина.

За уточняване изолиниите на отточния коефициент при изчертаването на картите за отделните хидроложки сезони се взеха под внимание и някои допълнителни станции с по-кратък период на наблюдение върху оттока.

Средно за годината отточният коефициент се намира също така в много тясна зависимост от надморската височина на водосборите. С малко по-високи стойности за съответната средна надморска височина се отделят станциите в областта с ясно изразено средиземноморско климатично влияние върху оттока. Големият отточен коефициент през зимата в тази област се отразява чувствително върху средната годишна стойност (вж. фиг. 3). С най-голям средногодишен отточен коефициент се характеризират поречията от високопланинските райони.

Разглеждането на коефициента на оттока конкретно за хидроложките сезони несъмнено има голямо значение както от научно, така и от практическо-приложно гледище. Посредством него се получава количествена характеристика на отточните условия в речните водосбори. Пространственото изменение на коефициента през отделните периоди на хидроложката година конкретизира особеностите в условията за речно оттичане в зависимост както от надморската височина, така и от географското разположение на територията. Настоящата разработка като пръв опит за подобен анализ естествено може да страда от някои недостатъци относно точността пред вид ограничения обем на използвания хидроложки материал. В основата си обаче тя дава общите тенденции на изменение на отточния коефициент през хидроложките сезони върху територията на България.

№	Река — станция	Зима	Пролет	Лято — есен	Година	№	Река — станция	Зима	Пролет	Лято — есен	Година	№	Река — станция	Зима	Пролет	Лято — есен	Година
1	Ерма — Грън	0,40	0,53	0,19	0,37	19	Марица — Белово	0,34	0,81	0,29	0,48	36	Рилска — Пастра	0,32	1,32	0,66	0,77
2	Огоста — Гложене	0,31	0,37	0,15	0,28	20	Марица — Пловдив	0,32	0,44	0,13	0,33	27	Омуровска — Партизанин	0,23	0,18	0,09	0,17
3	Скът — Мизия	0,11	0,15	0,06	0,11	21	Марица — Първомай	0,36	0,42	0,15	0,31	28	Величка — Харманли	0,51	0,36	0,08	0,32
4	Б. Вит — Тетевен	0,49	0,72	0,33	0,51	22	Марица — Харманли	0,32	0,34	0,15	0,27	29	Върбица — Джебел	0,79	0,52	0,18	0,50
5	Вит — Ясен	0,26	0,35	0,14	0,25	23	Тополница — Понбреене	0,40	0,49	0,20	0,36	30	Мочурица — Воленчяне	0,20	0,16	0,03	0,13
6	Осьм — м. Велчовска	0,53	0,74	0,36	0,54	24	Мъглицир — Серсемкале	0,23	0,29	0,04	0,19	31	Места — Момина кула	0,43	0,99	0,35	0,59
7	Осьм — Левски	0,32	0,56	0,19	0,36	25	Първенецка — Храбрино	0,30	0,52	0,15	0,36	32	Струма — Ръждавица	0,27	0,34	0,07	0,23
8	Янтра — Чолаковци	0,39	0,40	0,16	0,32	26	Стряма — Баня	0,44	0,59	0,27	0,43	33	Струма — Марино поле	0,30	0,48	0,15	0,31
9	Янтра — Раданово	0,35	0,32	0,14	0,26	27	Омуровска — Партизанин	0,23	0,18	0,09	0,17	34	Бистрица — Соголяно	0,42	0,58	0,14	0,38
10	Стара — Сливовица	0,45	0,42	0,11	0,33	28	Величка — Харманли	0,51	0,36	0,08	0,32	35	Джерман — Ст. Димитров	0,43	0,17	0,23	0,47
11	Росица — Севлиево	0,36	0,45	0,20	0,34	29	Върбица — Джебел	0,79	0,52	0,18	0,50	36	Рилска — Пастра	0,32	1,32	0,66	0,77
12	Видима — Севлиево	0,37	0,45	0,20	0,34	30	Мочурица — Воленчяне	0,20	0,16	0,03	0,13						
13	Б. Лом — Рааград	0,08	0,16	0,07	0,10	31	Места — Момина кула	0,43	0,99	0,35	0,59						
14	Рус. Лом — Басарбово	0,09	0,10	0,07	0,09	32	Струма — Ръждавица	0,27	0,34	0,07	0,23						
15	Провадийска — Провадия	0,04	0,06	0,02	0,04	33	Струма — Марино поле	0,30	0,48	0,15	0,31						
16	Камчия — Преслав	0,26	0,34	0,09	0,23	34	Бистрица — Соголяно	0,42	0,58	0,14	0,38						
17	Камчия — Гроздьово	0,25	0,30	0,07	0,21	35	Джерман — Ст. Димитров	0,43	0,17	0,23	0,47						
18	Л. Камчия — Аспарухово	0,32	0,36	0,07	0,25	36	Рилска — Пастра	0,32	1,32	0,66	0,77						

Корелационни коефициенти и уравнения на регресия

Хидроложки сезони	Корелация между средната надм. височ. и отточния коеф.	Уравнения на регресията	Средна грешка на уравненията на регресия
Зима	$+0,36 \pm 0,098$	$x = 979y + 386$ $y = 0,00013x + 0,238$	$S_x = 353$ $S_y = 0,13$
	$+0,56 \pm 0,080$ (без ст. 28 и 29)	$x = 1846y + 153$ $y = 0,00017x + 0,187$	$S_x = 304$ $S_y = 0,092$
Пролет	$+0,88 \pm 0,025$	$x = 1311y + 119$ $y = 0,00059x + 0,003$	$S_x = 187$ $S_y = 0,07$
Лято — есен	$+0,80 \pm 0,040$	$x = 2533y + 278$ $y = 0,00025x - 0,007$	$S_x = 228$ $S_y = 0,12$
Средно за година	$+0,82 \pm 0,037$	$x = 2046y + 54$ $y = 0,00033x + 0,09$	$S_x = 213$ $S_y = 0,09$

ЛИТЕРАТУРА

1. Ст. Велев и Ст. Кръстев — Хармоничен анализ на годишния ход на валежа в България, Известия на БГД, кн. XI, 1971.
2. Т. Панайотов — Определяне на сезоните в хидроложката година за реките в България, Хидрология и метеорология, кн. 6, 1967.
3. А. Сотиров, Вътрешногодишно разпределение на оттока в НР България, Трудове на НИИХМ, том 4, хидрология, 1959.
4. I. Dupowska — Przestrzenne zróżnicowanie współczynnika odpływu rzek polskich w poszczególnych porach roku „Sprawnik pos. komisii nauk. PAN Krakowie”, 1969.

ESSAI SUR LA DETERMINATION DES COEFFICIENTS D'ECOULEMENT
SAISONNIERS DES RIVIERES EN BULGARIE

M. Jordanova St. Velev

R é s u m é

L'étude examine les coefficients d'écoulement dans les limites des saisons hydrologiques présentées par T. Panajotov—l'hiver (novembre—février), printemps (mars—juin) et l'été l'automne (juillet—octobre). On utilise les données des précipitations et de l'écoulement pour la période 1935/36—1964/65—années hydrologiques. Les quantités des précipitations nécessaires pour le calcul des coefficients, sont déterminées à l'aide des cartes respectives pour chaque saison.

Pendant l'hiver hydrologique, les valeurs maximum du coefficient sont dans le sud extrême du pays, un fait qui s'explique par la prédominance de précipitations liquides. Les rivières de la haute montagne atteignent leur maximum au printemps. Pendant l'été on observe une diminution des coefficients dans tout le pays.